

**Др Мила Пуцар, дипл. инж. арх., научни саветник**

Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд, Србија,

**Др Снежана Петровић, дипл. инж. маш., редовни професор**

Алфа БК Универзитет, Београд, Србија, [snezana.petrovic@alfa.edu.rs](mailto:snezana.petrovic@alfa.edu.rs)

**Др Сања Симоновић Алфировић, дипл. инж. арх., научни сарадник**

Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд, Србија, [sanjas@iaus.ac.rs](mailto:sanjas@iaus.ac.rs)

**Татјана Виденовић, дипл. инж. арх., виши стручни сарадник**

Завод за заштиту споменика културе града Београда, Београд, Србија, [tatjana.videnovic@beogradskonasledje.rs](mailto:tatjana.videnovic@beogradskonasledje.rs)

## ЕНЕРГЕТСКО УНАПРЕЂЕЊЕ АРХИТЕКТОНСКЕ БАШТИНЕ КАО ОДГОВОР НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

### Апстракт

Очување архитектонске баштине изискује њено коришћење на одржив начин што се може постићи адекватним управљањем ризицима и применом мера ублажавања рањивости у односу на штетне појаве. Део тих појава се односи на природне опасности (земљотреси, поплаве, клизишта), а део је проузрокован људским фактором (пожари). Климатске промене такође имају утицај на архитектонску баштину, па треба управљати ризиком како би се смањила вероватноћа и утицај штетних појава (топлотни таласи, олује, повећана количина падавина која узрокује поплаве). Како се емисија гасова са ефектима стаклене баште сматра покретачем климатских промена, то се применом мера енергетске ефикасности може позитивно утицати на њихово ублажавање, а тиме и позитивно утицати на услове коришћења архитектонске баштине. На примеру Народног позоришта у Београду и мера које су примењене или се планирају у погледу рестаурације и енергетског унапређења зграда које су споменици културе, приказан је позитиван остварени еколошки ефекат смањене енергетске потрошње и емисије угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>), што је истовремено и мера ублажавања климатских промена као фактора ризика за одрживост архитектонског наслеђа.

**Кључне речи:** споменици културе, Народно позориште у Београду, ублажавање климатских промена, енергетско унапређење, смањење емисије CO<sub>2</sub>

**Dr Mila Pucar, Architect, Scientific Adviser**

Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade, Serbia,

**Dr Snežana Petrović, Mechanical Engineer, Full Professor**

Alfa BK University, Palmira Toljatića 3, Beograd, Serbia, snezana.petrovic@alfa.edu.rs

**Dr Sanja Simonović Alfirević, Architect, Research Fellow**

Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade, Serbia, sanjas@iaus.ac.rs

**Tatjana Videnović, Architect, Senior Associate**

Cultural Heritage Preservation Institute of Belgrade, Belgrade, Serbia, tatjana.videnovic@beogradskonasledje.rs

## ENERGY IMPROVEMENT OF ARCHITECTURAL HERITAGE IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE

### Abstract

The preservation of architectural heritage requires its use in a sustainable way that can be achieved with adequate risk management and implementation of vulnerability mitigation measures in relation to various harmful effects. Part of them is related to natural hazards (earthquakes, floods, landslides), and the other part is caused by human factor (fires). Climate change also has an impact on the architectural heritage, and therefore it is important to properly deal with risk management in order to reduce the probability and impact of harmful effects (heat waves, storms, increased rainfall causing floods). Since the emission of greenhouse gases is considered the main cause of climate change, the implementation of energy efficiency measures can have a positive effect on their mitigation, as well as regarding the use of architectural heritage. Using the example of the National Theatre in Belgrade and the measures already implemented or planned in terms of restoration and energy improvement of buildings as cultural monuments, we presented a positive environmental benefits that are achieved in reducing energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions, that is at the same time the climate change mitigation measure as a risk factor for sustainability of architectural heritage.

**Keywords:** *cultural monuments, National Theatre in Belgrade, climate change mitigation actions, energy efficiency improvement, reduce CO<sub>2</sub> emissions.*

## Увод

Културна баштина је због своје непроцењиве вредности предмет пажње на највишем светском нивоу, на коме се преко Организације Уједињених нација за образовање, науку и културу (UNESCO – Унеско) води политика, доносе конвенције и други документи о заштити баштине<sup>1</sup> и сл. Посебно се води евиденција о угроженим добрима<sup>2</sup> и дају се препоруке за управљање ризицима од катастрофа како би се примењивале мере ублажавања с циљем заштите и очувања.<sup>3</sup> Према конвенцијама, обавезе сваке чланице су идентификација, заштита, конзервација, презентација и преношење будућим генерацијама културних и природних добара која се налазе на њеној територији, што су иначе основни принципи одрживог управљања наслеђем. Србија, потписница конвенција, стратешким и планским актима усваја основ за примену одрживог коришћења свог културног и историјског наслеђа обезбеђујући тиме очување идентитета и услове за даљи развој друштва.

Архитектонска баштина, као део непокретног наслеђа, нарочито је изложена ризику од катастрофа проузрокованих деловањем природе, али и човека, па је потребно управљати ризицима и ублажити штетна дејства. Климатске промене су једна од од таквих појава, а управљање ризиком обухвата и меру ублажавања – смањење емисије угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>). Како су архитектонски објекти потрошачи енергије чија производња битно утиче на емисију CO<sub>2</sub>, то је енергетска ефикасност објеката архитектонске баштине битна мера ублажавања штетног дејства климатских промена. Постизање енергетске ефикасности објеката посебног значаја – објеката под заштитом – одвија се по посебном протоколу предвиђеним стандардом ЕН 16883 и своди се на оцењивање утицаја сваке појединачне мере на својства заштићеног објекта, како ће даље у раду бити изложено.

## Одрживо управљање архитектонском баштином

Објекти под заштитом као потрошачи енергије

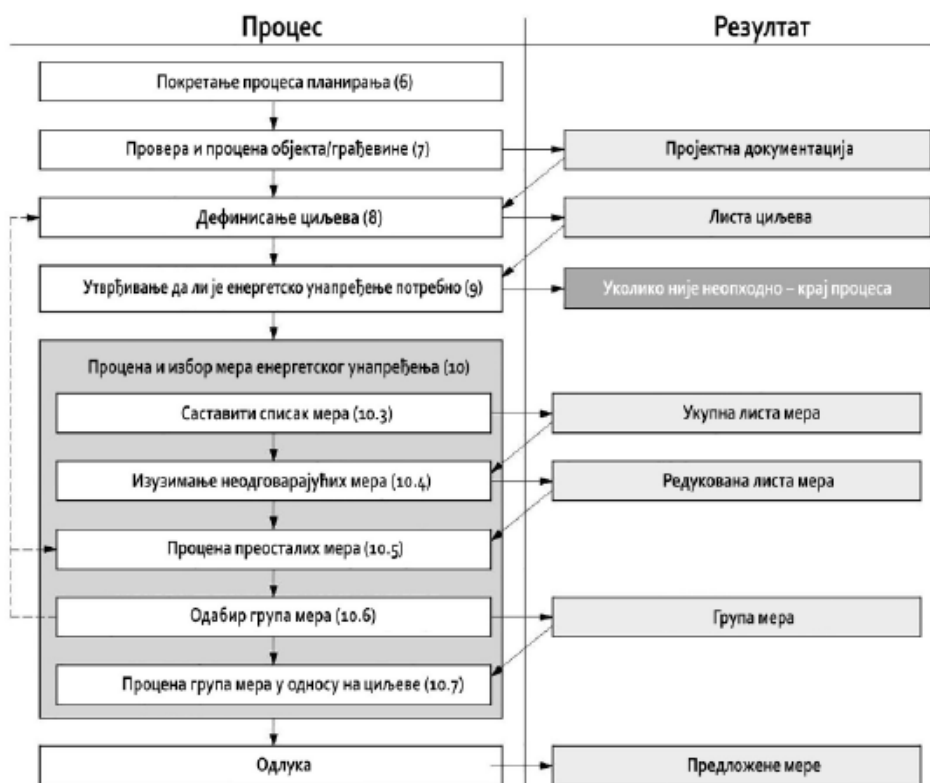
Зграде су значајни потрошачи енергије (око 45 одсто финалне потрошње у Србији<sup>4</sup>), тако да и објекти под заштитом имају карактер потрошача енергије. *Правилником о енергетској ефикасности зграда*<sup>5</sup> прописана су енергетска својства и начин пројектовања нових и реконструкције постојећих зграда, укључујући и адаптацију, санацију, обнову и ревитализацију културних добара и објеката у заштићеним целинама, у складу са законом о заштити културних добара и са условима органа, односно организација надлежних за послове заштите културних добара. Енергетска ефикасност зграде је остварена ако су испуњени услови комфора (ваздушни, топлотни, светлосни, звучни) и ако потрошња енергије не прелази дозвољене максималне вредности по метру квадратном површине зависно од намене објекта. Елаборат о енергетским својствима израђује се на

основу прописаног прорачуна и представља обавезни део пројектне документације<sup>6</sup> потребне за исхођење дозвола за извођење радова, односно решења за извођење радова адаптације и реконструкције постојећих објеката.

У поступку одобрења употребе објекта, у случају зграда које су под одређеним режимом заштите, а код којих би испуњење захтева енергетске ефикасности било у супротности са условима заштите, није обавезна енергетска сертификација сходно *Правилнику о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима*. То значи, да се препоручује енергетско унапређење и примена одговарајућих мера, али не оних које би нарушиле услове заштите објекта значајних архитектонско-урбанистичких и културно-историјских вредности. У том смислу је значајан стандард SRPS EN 16883<sup>7</sup>, који упућује на начин усклађивања и избор адекватних мера уз њихово вредновање.

Методологија утврђивања и вредновања мера енергетског унапређења као мера одрживости архитектонске баштине и животне средине

Поступак одлучивања о потребним мерама за унапређење објекта под заштитом одвија се према дијаграму (сл. 1)<sup>8</sup>.



Слика 1. Приказ процедуре одлучивања о мерама унапређења објекта под заштитом

Процес реконструкције објекта планира се на основу стања објекта и расположиве документације, а обухвата и преиспитивање могућности његовог енергетског унапређења. На основу документације утврђују се општи подаци о објекту, валоризација објеката и ограничења у погледу мера заштите, начин коришћења (некада, сада и убудуће), архитектонско-грађевински подаци, подаци о техничким системима и утицају на животну средину, процена енергетских својстава објекта у складу с националним прописима, процена микроклиматских услова у објекту. На основу постављених циљева реконструкције одређују се потребе и мере којима би се енергетска својства објекта поправила (шира листа), а потом применом услова за техничку заштиту прописаним од стране надлежног органа (Завод за заштиту споменика културе), као и вредновањем сваке од потенцијалних мера, своди се на листу прихватљивих мера. Критеријуми за вредновање мере су њен утицај на: техничку компатибилност, значај баштине; економску одрживост; производњу енергије, перформансе и уштеде; унутрашње окружење; спољашње окружење и начин коришћења објекта. Оцена утицаја може бити према скали (врло штетна, делимично штетна, неутрална, корисна и врло корисна).<sup>9</sup> Анализом утицаја разматраних мера практично се врши избор мера с најмањим ризиком по очување објекта, односно мере које су прилика за његово унапређење (утицај мере корисно / врло корисно). Комбинацијом компатибилних мера, утврђују се пакети/фазе препоручених мера унапређења.

### **Примери унапређења историјских објеката у Београду**

Реализовани су радови реконструкције објеката културе – Народног музеја, културног добра од великог значаја (Одлука, *Службени гласник РС*, бр. 14/79), а у току су радови на фасади Народног позоришта.<sup>10</sup> Радови на рестаурацији, санацији и адаптацији Народног музеја<sup>11</sup> обухватили су и мере енергетског унапређења (изолација дворишних фасада и кровних површина, рестаурација оригиналне и уградња нове столарије, савремени технички системи и системи управљања).

Разматране су мере енергетског унапређења на управним објектима под заштитом<sup>12</sup> (Зграда Скупштине Србије, Зграда Владе Србије и Палата „Србија“), при чему су утврђене архитектонске мере којима се нижи енергетски разред објеката у садашњем стању може значајно унапредити.

На примеру објекта Ваздухопловног музеја изложен је свеобухватни приступ енергетском унапређењу објекта не само повећањем енергетске ефикасности већ и применом савремених технологија које користе обновљиве изворе енергије (ОИЕ).<sup>13</sup> Од технологија и опреме за коришћење ОИЕ предвиђене су топлотне пумпе које као топлотни извор и понор користе подземну воду и ФН ћелије за погон топлотних пумпи. Посебна пажња је посвећена микроклиматским условима и њиховом утицају на музејске експонате.

Допринос смањењу емисије штетних гасова на примеру планиране реконструкције објекта Народног позоришта у Београду / примена стандарда СРПС ЕН 16883

Табела 1. Подаци о објекту – према Анексу А СРПС ЕН 168839

А.1 Информације о објекту		
1	Назив објекта	Народно позориште у Београду
2	Место и адреса	Француска улица 1–3, Београд
3	Општина, држава	Општина Стари град, Београд, Србија
4	Број катастарске парцеле	К. п. бр. 2282, СО Стари град, парцела је омеђена улицама Француском, Доситејевом, Браће Југовића и Тргом Републике
5	Врста објекта	Објект културе
6	Власништво	Јавна својина, Република Србија
А.2 Правни оквир		
1	Информација о заштити	Споменик културе од великог значаја у оквиру археолошког налазишта Антички Сингидунум и просторно-културно-историјске целине Историјско језгро Београда <sup>14</sup>
2	Који део објекта је под заштитом	Објект с парцелом и археолошким локалитетом
3	Одлука о заштити културног добра	Одлука о проглашењу за културно добро од великог значаја, <i>Службени гласник СРС</i> , 28/83
4	Датум доношења Одлуке о заштити културног добра од великог значаја	1983. година
5	Категорија заштићеног културног добра	Културно добро од великог значаја, уписано у регистар споменика културе под редним бројем 154
6	Информације о локацији	Народно позориште у Београду припада целини Историјско језгро Београда <sup>15</sup>
7	Планска регулатива заштите, просторни ниво планова, обухваћене и прописане мере заштите	Према Генералном плану Београда 2021. све интервенције на културним добрима од великог значаја спроводе се према условима Завода за заштиту споменика културе града Београда. Одлуком о утврђивању Историјског језгра Београда у Београду за просторно културно-историјску целину утврђене су мере заштите просторно културно-историјске целине, и то: опште и посебне мере заштите. <sup>16</sup> Планови генералне и детаљне регулације садрже прописане мере техничке заштите за културна добра од великог значаја.
А.3 Карактеристике објекта		
1	Број спратова	Укупно 10 спратова (2 подземна и 8 надземних)
2	Висина објекта	Висина објекта изнад терена за целину „А“ (историјски део под заштитом) износи 19 m према Тргу Републике и 24 m у делу бинског торња. Висина објекта изнад терена за целину „Б“ (нови технолошки део) износи 26 m према Улици Браће Југовића. Највиша тачка објекта је бински торањ с апсолутном котом 136.29 m. <sup>17</sup>
3	Површина приземља	3.309 m <sup>2</sup>

4	Опис конструктивног склопа, целине објекта, третман површина	Објекат се композиционо састоји из две целине: целина „А“ (историјски део под заштитом) и целина „Б“ (нови технолошки део). Конструктивни склоп су пуни масивни зидови од опеке зидани у кречном и делимично подужном малтеру. Све међуспратне конструкције су армиранобетонске, спољни зидови су ојачани бетонским пиластрима. Фасаде су обложене вештачким каменом, улазно степениште је од природног камена, надстрешница од армираног стакла, опшивке од бакарног лима. Кровне терасе ка Тргу Републике су покривене плочама од природног камена, док завршни слој осталих кровних тераса чине бетонске плоче. <sup>18</sup>
5	Година изградње или године у фазама градње	Година изградње је 1869, а године реконструкције су: 1911–1913, 1919–1922, 1941–1943, 1963–1965, 1986–1989, 2017.
6	Историја објекта (концепт, развој ентеријера, екстеријера, функционалне и структуралне измене / промене у коришћењу или намени)	Изградња Народног позоришта у Београду започета је 1868. У периоду од 1911–1922. године измењена је иницијална класицистичка концепција. Пројектом реконструкције 1941–1943. године, грађевина је у потпуности изменила изглед. Овакав изглед позориште је задржало и током наредне реконструкције 1965. године, када су преуређени и улазни хол, гледалиште и оркестарски простор. Најзначајнија реконструкција од 1986. до 1989. године, вратила је изглед објекта из времена његове прве реконструкције. Тада је дограђен и застакљени технички анекс у задњем делу грађевине. <sup>19</sup>
7	Друге важне информације у вези са објектом	Функционалне целине позоришта чине: простори посетилаца (17,5%), сценска техника (5,96%), простори уметника (17,3%), техничка припрема представе (23,13%), канцеларије (6,61%), погонске просторије (8,68%), пратећи простори (24,53%). <sup>20</sup> Фактор облика објекта $f=0,18$ , нето површина објекта 13.112 m <sup>2</sup> , запремина 89.106m <sup>3</sup> . Број седишта у сали „А“ 601, у сали „Раша Плаовић“ 295.
8	Закључак о изведеним конзерваторским радовима као и радовима на текућем одржавању	Идејним пројектом санације, реконструкције и ревитализације споменика културе обухваћени су радови на предњем делу зграде, док је технички део од бинског простора управе и гардеробе предмет пројекта КМГ „Трудбеник“, у складу с конзерваторским условима службе заштите. <sup>21</sup>
<b>А.4 Дефинисање значаја културног добра и могућности и ограничења конзервације</b>		
	Тачке 1–8	Одлука о утврђивању Историјског језгра Београда у Београду за просторно-културно-историјску целину, <i>Службени гласник РС</i> , број 8 од 3. фебруара 2017.
<b>А.5 Приказ намене објекта кроз историју, постојећа и планирана намена</b>		
1	Тренутна намена објекта	Позориште
2	Иницијална намена и промена намене током времена	Позориште
3	Планирана намена	Позориште
<b>А.6 Идентификовање техничких карактеристика објекта – склопа, стања и спољних утицаја</b>		
1	Кратак опис архитектонског и конструктивног склопа	Димензије целине „Б“ (нови технолошки део) у основи је 35 m x 57 m, састоји се од 10 етажа, основни растери су 3.0 m, 6.0 m, 9.0 m, 12.0 m, и 18.0 m, зависно од архитектонског решења и функционалних потреба. Међуспратну конструкцију чине монтажне плоче система ОМНИА с монолитизацијом за распоне до 4,20 m. За веће распоне $l=9.0$ m, 12.0 m и 18.0 m примењене су ошупљене монтажне адхезионо преднапрегнуте плоче $d=28$ cm и 50 cm. За прихватање ОМНИА таванице предвиђене су монтажне преднапрегнуте греде на већим распонима и класично армиране на мањим. Степеништа су монтажна. Конструкција за пренос хоризонталних и вертикалних оптерећења се састоји од подужних и попречних АБ зидова и зидова од бетонских блокова са армираним спојницама. Фундирање је због нивоа подземних вода извршено на АБ контраплочи с контрагредама. ►

		► У погледу инсталација, објекат је опремљен електро-енергетским, телекомуникационим, термотехничким и инсталацијама водовода и канализације, као и стабилним инсталацијама за гашење пожара. Сцена „Раша Плаовић“ је опремљена сценском технологијом. <sup>22</sup>
2	Истраживање стања објекта у форми кратког описа врсте и обима оштећења, а с фокусом на енергетска својства свих релевантних компоненти	Према подацима прорачуна грађевинске физике објекта <sup>23</sup>
<i>A.7 Испитивање енергетских перформанси објекта</i>		
1	Резултати енергетског прегледа	Биће обухваћени уговореном документацијом <sup>24</sup>
2	Израчуната потрошња енергије	Биће обухваћена уговореном документацијом <sup>25</sup> Процењена – према Т.3
<i>A.8 Испитивање услова комфора</i>		
1	Хигротермалне карактеристике	Прорачунски проверене (У.Ј5.520) <sup>26</sup>
2	Звучни комфор	Обезбеђене су мере за постизање потребних параметара акустике <sup>27</sup>
3	Визуелни комфор	Предвиђен пројектним решењем <sup>28</sup>
4	Ваздушни комфор	Струјање ваздуха у прописаним границама зоне боравка
<i>A.9 Извори</i>		
1	Архивски материјал	Увид у документацију Завода за заштиту споменика културе града Београда <sup>29</sup>
2	Оригинални цртежи, цртежи који приказују касније доградње или промене и етапе у изградњи	

## Планирана мера унапређења техничких система

/ Услови, опис, циљеви, вредновање утицаја

Према Условима,<sup>30</sup> дозвољене су мере које се тичу фасаде<sup>31</sup> – замена стакла на постојећим прозорима стаклима бољих својстава (1) и постављање унутрашње изолације на фасадним зидовима (2), као и унапређење техничких система ефикаснијим решењима (3). Вредновање мера према SRPS EN 16883<sup>32</sup> приказано је у табели 2.

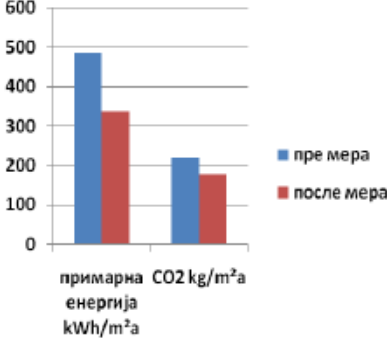
Табела 2. Оцена утврђених мера

	Врло штетно	Делимично штетно	Неутрално	Корисно	Врло корисно
Техника компатибилност			(2), (3)	(1)	
Значај баштине		(3)	(1), (2)		
Производња енергије, перформансе и уштеде				(2)	(1), (3)
Унутрашње окружење				(1), (2)	(3)
Спољашње окружење				(1),(2)	(3)
Начин коришћења објекта		(2)	(1)	(3)	



Мере унапређења техничких система (3) оцењују се као врло корисне у погледу доприноса смањењу потрошње енергије и емисије CO<sub>2</sub> (табела 2), а самим тим и у односу на спољашње окружење (табела 3).

Табела 3. Ефекти примене мера – енергетски и еколошки индикатори

Испоручена енергија	Јединица мере		Електрична (kWh/a)	Гориво (NSG-S) t/a
Пре унапређења	kWh/m <sup>2</sup> a – топлотна – електрична	137,3 129	1690500 <sup>33</sup>	200 <sup>34</sup>
После примене мера (очекивано)	kWh/m <sup>2</sup> a	135		
Уштеде	kWh/m <sup>2</sup> a	131,3		
Примарна енергија				
Пре унапређења	kWh/m <sup>2</sup> a	487		
После примене мера (очекивано)	kWh/m <sup>2</sup> a	337		
Уштеде	kWh/m <sup>2</sup> a	150		
CO <sub>2</sub> емисија				
Пре унапређења	kg/m <sup>2</sup> a	220		
После примене мера	kg/m <sup>2</sup> a	178		
Смањење емисије:	kg/m <sup>2</sup> a	42		
	t/a	540,64		

Табела 4. Преглед мера унапређења: техничких система<sup>35</sup>

	Елементи/системи	Садашње стање	Мера унапређења
1	Извор топлотне енергије	Топловодни/парни котлови на мазут	Гашење котларнице, примена топлотних пумпи / COP 2,31
2	Извор расхладне енергије	Расхладне машине с клипним компресорима и расхладним кулама на крову објекта	Замена / Примена топлотних пумпи (смештених на крову објекта) / SEER 4,11 / EER 2,91
3	Капацитет система / Количина свежег ваздуха	Предимензионисани капацитети клима / вентилационих комора	Редуковање количине свежег ваздуха на прописану
4	Клима и вентилационе коморе	Класична решења (топловодни грејачи, хладњак у режиму воде 7/12, без рекуператора, без регулације протока вентилатора)	Примена система са директним испаравањем расхладног флуида
5	Грејање административних простора	Радијаторско грајање	VRF систем
6	Припрема СТВ	Извор – котао /пара/мазут	Посебна топлотна пумпа / лети отпадна топлота кондензације главних ТП
7	Коришћење отпадне топлоте	Не постоји	Уградња рекуператора
8	Управљање и контрола	Локално	Централни систем BMS

## Анализа резултата и предлог за даља истраживања и верификацију

Добијени резултати показују:

- Садашња потрошња електричне енергије је велика и делом обухвата и прекомерну реактивну енергију, тако да би унапређење техничких система, а пре свега ЛЕД расвета донела процењене уштеде (директне кроз смањену потрошњу електричне енергије и индиректне кроз мање топлотно оптерећење простора, па тиме и смањен капацитет КГХ система);
- Садашња потрошња енергије потребне за грејање, процењена према утврђеној потрошњи мазута, опредељује садашњу енергетску класу објекта Е;
- Системом аутоматске контроле термотехничких система, као и применом напредних КГХ решења са директном експанзијом и променљивим протоком, поправља се однос корисне енергије у односу на испоручену (повећање укупног степена корисности);
- Замена садашњег извора топлоте (котларница на мазут) топлотним пумпама високе ефикасности може донети уштеду примарне енергије од 25%;
- Укупни ефекти гашења котларнице и смањења потрошње електричне енергије за освету и погон техничких система (редукованих за потрошњу садашње расхладне машине с кулама и пратећом опремом), донело би уштеду од 50% финалне енергије, 30% примарне енергије и 540,64 t мање емисије CO<sub>2</sub> на годишњем нивоу;
- Вредности потрошње енергије у посматраном објекту (по m<sup>2</sup>) у односу на податке<sup>36</sup> о објектима ове намене у окружењу показују веће вредности примарне енергије и емисије CO<sub>2</sub> тако да би енергетским унапређењем биле обезбеђене уштеде енергије, али и смањен штетан утицај на животну средину;
- И поред укидања котларнице и свођења финалне енергије на електричну, постојећа трафо-станција не изискује проширење захваљујући ефикасности предвиђених мера.

Коначна анализа ефеката пројектованих мера унапређења биће могућа по завршетку наручене документације<sup>37</sup>, која ће обухватити и енергетски елаборат и енергетски пасош са утврђеним енергетским разредом објекта пре реконструкције и после мера унапређења, као и остварене уштеде у емисији CO<sub>2</sub>. У фази коришћења објекта после реконструкције, мерењем потрошње енергије утврдиће се реално постигнуте уштеде у финалној потрошњи.

## Закључна разматрања

Објекти под заштитом захтевају прописани поступак оцене и примене мера унапређења, укључујући и мере унапређења енергетских својстава. Сваки од тих

објекта се разматра у својој посебности, а интервенције на њему се спроводе предузимањем мера техничке заштите ради очувања његове аутентичности и вредности. Намена таквих објеката може изискивати сложене техничке системе као у случају објекта Народног позоришта. Мере противпожарне сигурности, услови акустичког, визуелног, термичког и ваздушног комфора гледалаца али и уметника треба да буду обезбеђене ефикасним техничким системима са оптималном потрошњом ресурса, укључујући и енергију и што мање негативне ефекте на животну средину. При избору мера за повећање енергетске ефикасности објекта, опреме и система, искључене су мере које би носиле ризик за очување вредности ове архитектонске баштине. Највећи утицај на смањење емисије CO<sub>2</sub> везане за енергетске потребе објекта (Народног позоришта) има смањење потрошње електричне енергије и замена фосилних горива локалног извора топлоте топлотним пумпама / обновљивим изворима енергије. Пре примене пројектованих мера,<sup>38</sup> потребно је додатно преиспитати енергетску ефикасност расвете како би се прво она учинила ефикасном и њен утицај на потрошњу електричне енергије и дисипацију топлоте, а тиме и учинио оптималним на димензионисање КГХ система. Разматране мере обезбеђују ефикасно решење термотехничких система и велико процењено смањење финалне енергије (50%), али ефекти утицаја на животну средину које одражава уштеда примарне енергије је мање (30%) због искључиве заступљености електричне енергије као финалне, уз високи фактор конверзије у нашим условима.

## Захвалница

Овај рад настао је као резултат активности на научноистраживачком пројекту *Просторни, еколошки, енергетски и друштвени аспекти развоја насеља и климатске промене – међусобни утицаји*, ев. бр. ТР36035, који је финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Аутори захваљују Заводу за заштиту споменика културе града Београда, који је омогућио увид у архивску грађу Народног позоришта у Београду.

## Напомене

- <sup>1</sup> <https://whc.unesco.org/archive/convention-en.pdf> [20. 2. 2019]
- <sup>2</sup> <https://whc.unesco.org/en/danger/> [20. 2. 2019]
- <sup>3</sup> *Managing Disaster Risk for World Heritage*, <https://whc.unesco.org/document/104522> [20. 2. 2019]
- <sup>4</sup> Трећи акциони план за енергетску ефикасност Републике Србије за период до 2018. године, *Treci\_akcioni\_plan\_za\_energetsku\_efikasnost\_Republike\_Srbije\_za\_period\_do\_2018\_godine.pdf* [20. 2. 2019]
- <sup>5</sup> Правилник о енергетској ефикасности зграда, *Службени гласник РС*, бр. 61/2011.
- <sup>6</sup> Закон о планирању и изградњи, *Службени гласник РС*, бр. 72/2009, 81/2009 – испр., 64/2010 – одл. УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одл. УС, 50/2013 – одл. УС, 98/2013 – одл. УС, 132/2014 и 145/2014; Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката, *Службени гласник РС*, 23/2015.

- 7 SRPS EN 16883:2017, Konzervacija kulturnog nasleđa – Uputstva za poboljšanje energetske performansi istorijskih zgrada, [https://www.iss.rs/rs/standard/?natstandard\\_document\\_id=58416](https://www.iss.rs/rs/standard/?natstandard_document_id=58416) [20. 2. 2019]
- 8 Исто.
- 9 Исто.
- 10 [http://www.narodnopoziroiste.rs/media/documents/javnenabavke/529/nabavka/kd\\_fasada.pdf](http://www.narodnopoziroiste.rs/media/documents/javnenabavke/529/nabavka/kd_fasada.pdf) [20. 1. 2019], Зграда народног позоришта, културно добро од великог значаја (Одлука, Службени гласник СРС, бр. 28/83).
- 11 [http://www.enterijermagazin.com/89\\_novi-broj/376\\_--koto---izvodjacki-segment-na-realizaciji-rekonstrukcije-narodnog-muzeja/](http://www.enterijermagazin.com/89_novi-broj/376_--koto---izvodjacki-segment-na-realizaciji-rekonstrukcije-narodnog-muzeja/) [5. 1. 2019]
- 12 Jovanović Popović, M. Dj., Djukanović Lj. S., Nedić, M. R.: *Energy Refurbishment of Public Buildings under Cultural Heritage Protection in Serbia: Constraints and Potentials*, Thermal Science, 2018, Vol. 22, Suppl. 4, S1285–S1296.
- 13 Todorović M. S.: *In Search of a Holistic, Sustainable and Replicable Model for Complete Energy Refurbishment in Historic Buildings*, Conservation Science in Cultural Heritage, 2012, Vol. 12, 27–53.
- 14 Одлука о утврђивању Историјског језгра Београда у Београду за просторно-културно-историјску целину, Службени гласник РС, број 8 од 3. фебруара 2017.
- 15 Идејни пројекат рестаурације фасада зграде Народног позоришта у Београду на к. п. 2282, КО Стари град, Улица Француска бр. 3: „Intellinea“ д. о. о.
- 16 Исто.
- 17 Пројектна документација реконструкције зграде Народног позоришта из 1986. године, Идејни архитектонско-грађевински пројекат Народног позоришта, графичка документација, свеска II, септембар 1986, КМГ „Трудбеник“.
- 18 Услови за предузимање мера техничке заштите за рестаурацију фасада објекта Народног позоришта у Београду у улици Француска бр. 3, Завод за заштиту споменика културе града Београда, бр. 1003/17 од 1. 11. 2017. год.
- 19 Исто.
- 20 Исто.
- 21 Конзерваторски идејни пројекат реконструкције и ревитализације објекта – Народно позориште, Завод за заштиту споменика културе града Београда, Београд, јануар 1987.
- 22 Главни пројекат за адаптацију Мале сцене „Раша Плаовић“ у Народном позоришту у Београду, књига 1, свеска 1, Архитектонски пројекат, наручилац: Народно позориште у Београду, Саобраћајни институт ЦИП д. о. о., Београд, јул 2011. године.
- 23 Услови за предузимање мера техничке заштите за рестаурацију фасада објекта Народног позоришта у Београду у улици Француска бр. 3, Завод за заштиту споменика културе града Београда, бр. 1003/17 од 1. 11. 2017. год.
- 24 [https://www.narodnopoziroiste.rs/media/documents/javnenabavke/458/nabavka/konkursna\\_mazut.pdf](https://www.narodnopoziroiste.rs/media/documents/javnenabavke/458/nabavka/konkursna_mazut.pdf)
- 25 Исто.
- 26 Услови за предузимање мера техничке заштите за рестаурацију фасада објекта Народног позоришта у Београду у улици Француска бр. 3, Завод за заштиту споменика културе града Београда, бр. 1003/17 од 1. 11. 2017. год.
- 27 Исто.
- 28 Исто; Конзерваторски услови за реконструкцију и рестаурацију објекта: Народно позориште, Свеска 1, Завод за заштиту споменика културе града Београда, Београд, април 1986.
- 29 Исто; Зграда Народног позоришта СК 154/1, предмет: 142, Завод за заштиту споменика културе града Београда, 1982; Главни пројекат за адаптацију Мале сцене „Раша Плаовић“ у Народном

- позоришту у Београду, књига 1, свеска 1, Архитектонски пројекат, наручилац: Народно позориште у Београду, Саобраћајни институт ЦИП д. о. о., Београд, јул 2011; *Историјско језгро Београда у Београду* ПКИЦ 10, Завод за заштиту споменика културе града Београда, 2015; *Идејни пројекат реставрације фасада зграде Народног позоришта у Београду* на к. п. 2282, КО Стари град, Улица Француска бр. 3: „Intellinea“ д. о. о.
- 30 *Конзерваторски идејни пројекат реконструкције и ревитализације објекта – Народно позориште*, Завод за заштиту споменика културе града Београда, Београд, јануар 1987; SRPS EN 16883:2017, Konzervacija kulturnog nasleđa – Uputstva za poboljšanje energetskih performansi istorijskih zgrada.
- 31 *Конзерваторски идејни пројекат реконструкције и ревитализације објекта – Народно позориште*, Завод за заштиту споменика културе града Београда, Београд, јануар 1987.
- 32 SRPS EN 16883:2017, Konzervacija kulturnog nasleđa – Uputstva za poboljšanje energetskih performansi istorijskih zgrada.
- 33 <https://www.narodnopoistoriste.rs/media/documents/javnenabavke/569/nabavka/kdstruja.pdf> [20. 2. 2019]
- 34 [https://www.narodnopoistoriste.rs/media/documents/javnenabavke/458/nabavka/konkursna\\_mazut.pdf](https://www.narodnopoistoriste.rs/media/documents/javnenabavke/458/nabavka/konkursna_mazut.pdf) [20. 2. 2019]
- 35 *Идејни пројекат реконструкције и замене уређаја, постројења и опреме и инсталација грејања и климатизације објекта Народног позоришта у Београду*, „Елкомс“, Београд, фебруар 2019.
- 36 Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS), US Department of Energy. <https://www.eia.gov/consumption/commercial/> [20. 2. 2019]; Balaras, C. et al.: *Energy Use Intensities for Non-Residential Buildings*, Conference: 48th kgH – International HVAC&R Congress and Exhibition, Belgrade, Serbia, <https://www.researchgate.net/publication/321824982> [20. 2. 2019]
- 37 <https://www.narodnopoistoriste.rs/media/documents/javnenabavke/588/nabavka/obavestenjeozu.pdf> [20. 2. 2019]
- 38 *Идејни пројекат реконструкције и замене уређаја, постројења и опреме и инсталација грејања и климатизације објекта Народног позоришта у Београду*, „Елкомс“, Београд, фебруар 2019.